

浑河上游典型植被河岸带土壤有机碳、全氮和全磷分布特征^①

孔涛^{1,2}, 张德胜³, 寇涌苹², 刘民¹, 何志明¹

(1 辽宁工程技术大学理学院, 辽宁阜新 123000; 2 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016; 3 东北大学理学院, 沈阳 110819)

摘要: 河岸带是陆地生态系统和水生生态系统的过渡区, 也是一个敏感和脆弱的生态区域。河岸带生态系统由于人类活动的干扰而严重退化, 因而严重影响了河岸带土壤碳氮磷的循环过程。本文分析了浑河上游典型河岸带土壤有机碳、全氮和全磷含量及其空间分布特征, 结果表明: 河岸带的灌丛草地、次生林、人工松林与玉米地相比, 均能有效地提高 0~40 cm 土层的有机碳、全氮和全磷含量。土壤有机碳、全氮和全磷含量随着土层的加深呈现降低的趋势, 灌丛草地和次生林的土壤有机碳、全氮、全磷含量随着土层加深而降低的速率明显高于玉米地土壤。在 0~40 cm 土壤剖面上, 土壤有机碳平均含量从高到低依次为次生林 (47.50 g/kg)、灌丛草地 (44.50 g/kg)、人工松林 (34.72 g/kg)、玉米地 (15.09 g/kg); 土壤全氮平均含量从高到低依次为次生林 (2.53 g/kg)、灌丛草地 (2.50 g/kg)、人工松林 (2.40 g/kg)、玉米地 (0.84 g/kg); 土壤全磷平均含量从高到低依次为次生林 (1.07 g/kg)、灌丛草地 (1.05 g/kg)、人工松林 (0.92 g/kg)、玉米地 (0.65 g/kg)。

关键词: 河岸带; 植被类型; 土壤有机碳; 土壤全氮; 土壤全磷

中图分类号: S181

河岸带是指陆地上同河水发生作用的植被区域^[1], 是河水—陆地交界处的两边, 直至河水影响消失为止的地带^[2], 是陆地生态系统和水生生态系统的过渡区, 具有明显的边缘效应^[3]。河岸带具备了植物截流纳污的缓冲带功能和植物根系护土的护岸功能, 并且具有强大的生态保护功能, 与相邻的生态系统相比, 河岸带生态系统具有很强的生物多样性^[4-5]。河岸带生态系统也是一个敏感和脆弱的生态区域^[6]。随着人口的剧增和社会经济的迅速发展, 河岸带生态系统由于人类活动的干扰而严重退化, 因而也严重影响了河岸带土壤碳氮磷的循环过程。土壤有机碳、全氮和全磷是反映河岸带土壤质量的重要指标, 直接影响土壤的肥力和生物的生长^[7], 同时也是反映河岸带生态结构和生态过程的一个重要因素^[8]。土壤有机碳不仅是不可或缺的土壤肥力指标, 而且还与全球碳循环密切相关, 土壤有机碳储量的增加是全球大气 CO₂ 重要的汇, 有机碳在土壤剖面上垂直分布格局的差异影响土壤碳动态, 因此土壤有机碳的垂直分布成为近 10 年来土壤碳循环研究的一个重要内容。土壤氮和磷是土壤中重要的营养元素, 可直接反映土壤所在生态系统的营养状况, 并且是全球氮和磷循环的重要参与者。

目前关于土壤碳氮磷循环的研究主要集中在森林、草原和农田生态系统, 河岸带生态系统距离河流近, 水分多, 具有丰富的碳氮源, 也是全球碳氮磷循环的重要组成部分, 但对其研究相对较少。浑河作为辽宁省主要的河流, 对于浑河流域的研究主要集中在水体污染及修复^[9-11]、河岸带对污染物的去除^[12]等方面, 在浑河河岸带土壤有机碳、全氮、全磷变异规律及影响因素的研究, 尚未见报道。本研究以辽宁地区浑河流域上游的河岸带为研究对象, 分析了河岸带不同植被类型对土壤有机碳、全氮和全磷含量及其空间分布特征的影响, 研究结果对于揭示河岸带土地利用影响土壤碳氮磷的变异规律和循环过程具有重要意义, 同时也为浑河上游河岸带生态资源的保护和恢复重建提供了依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

浑河, 辽宁省东部河流, 源于清原县滚马岭, 流经抚顺、沈阳等市, 在海城古城子附近纳太子河, 向南流至营口市附近入辽东湾, 全长 415 km, 河宽 100~200 m, 流域面积 1.14 万 km², 年径流量 30.52

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD32B08、2011BAD38B0603)资助。

作者简介: 孔涛(1981—), 男, 陕西华县人, 博士, 讲师, 主要研究方向为环境微生物。E-mail: kongtao2005@126.com

亿 m³。浑河为不对称水系，东侧支流密集，坡陡谷深，水量丰富；西侧支流很少，水量不大。浑河流域属中温带大陆性季风气候。其特点是春季短回暖快，风大干旱；夏季长而炎热多雨；秋季短干燥凉爽；冬季长且较寒冷多风雪。年温差较大，年平均气温 5.3℃，此区雨热同期，年均降雨量 806.5 mm。多集中在 6、7、8 月份。年蒸发量为 1 275 mm。本实验采样地点地处清原县最南端，以山地为主，坡度 15°~35°，海拔 330~1 116 m，最高峰为龙岗山，海拔 1 116 m，站区内的主要河流有大苏河、长沙屯河和平岭后河，均发源于龙岗山下，由南向北汇入浑河，是浑河的上游支流，地理位置为 41°51'10"~41°51'13"N，124°54'43"~124°54'55"E。

1.2 研究方法

1.2.1 采样点布置及样品采集 在浑河上游支流大苏河沿岸选择 4 个典型植被区域，样地基本概况见表 1。其中，玉米地是由灌丛草地开垦而来，已经开垦 14 年，耕作过程中未施入有机肥，仅施入化肥，尿素和磷酸氢二胺的年施用量分别为 200 kg/hm² 和 100 kg/hm²。每个典型区域内选择坡度、坡向基本一致的地段设置 5 个重复样地，每个样地横向宽 4 m，纵向垂直溪流方向沿坡向上，长 5 m，设置于河岸植被带内(距离水体 4~10 m)。每个样地用土钻按 S 形取 10 个土样，深度为 0~10、10~20、20~30、30~40 cm，同一样方内同层的 10 个样品均匀混合为 1 个样，共采集混合土样 80 个。

表 1 不同植被类型河岸带基本概况
Table 1 General features of sampling sites of study region

植被类型	植物组成	土壤类型	郁闭度(%)	坡度
灌木草地	珍珠梅(<i>Sorbaria kirilowii</i>) 茵陈蒿(<i>Artemisia capillaries</i>) 狗尾草(<i>Setaira viridis</i>) 野豌豆(<i>Vicia amoena</i>) 野艾蒿(<i>Artemisia lavandulaefolia</i>) 鸡眼草(<i>Kummerowia striata</i>) 老鹳草(<i>Geranium wilfordii</i>)	棕壤土	95	15°
次生林	蒙古栎(<i>Quercus mongolicus</i>) 花曲柳(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>) 山杨(<i>Populus davidiana</i>)	棕壤土	85	20°
人工松林	落叶松(<i>Larix olgensis</i>)	棕壤土	65	20°
玉米地	玉米(<i>Zea mays</i>)	棕壤土	30	10°

1.2.2 测定方法 土样风干后，以四分法取样，去除植物根系、砾石后过 100 目筛。土壤有机碳(TOC)和全氮(TN)含量采用碳氮元素分析仪测定(Multi N/C 3000, Analytikjena, 德国)，全磷含量采用钼锑抗比色法测定。

1.2.3 数据处理 采用 Microsoft Office Excel 2007 软件及 SPSS16.0 对数据进行整理及统计分析。

2 结果与讨论

2.1 河岸带不同植被类型对土壤有机碳含量的影响 有机碳是土壤养分循环转化的核心，也是陆地生态系统碳库的重要组成部分。由表 2 可以看出，在 0~10、10~20、20~30 cm 的土层，灌丛草地和次生林的土壤有机碳含量最高，其次为人工松林，玉米地的土壤有机碳含量最低。在 30~40 cm 土层，土壤有机碳含量在次生林最高，其次为灌丛草地和人工松林，在玉米地最低。土壤有机碳含量的高低与植被凋落物和植被根系的分布密切相关^[13]。在 0~30 cm

土层中，灌丛草地由于植被类型多样且极为丰富，盖度较高，地上部分生物量大，受人类活动干扰相对较小，每年秋季植被的枯枝落叶能正常归还土壤，凋落物非常丰富且易于分解，且地下具有致密的浅层根系，可以富集土壤养分，使其土壤有机碳含量提高，这与赵聪等^[14]研究森林次生演替群落的土壤有机碳含量的结果是一致的；而次生林内的林木主要为阔叶，与灌木草地类似，每年秋季其大量枯枝落叶回归林下土壤，且地下根系丰富，因此其林内土壤有机碳含量很高。人工松林中地面积累的枯枝落叶较少，且其针叶不易分解，且由于人工管理造成对土壤的扰动，表层土壤有机碳含量较低。农业生态系统是大气 CO₂ 的源，由于土壤有机质的分解及作物秸秆的收割移除或燃烧，由草地变更为耕地后会导致 CO₂ 的净排放，其中有机碳的损失主要发生在耕层土壤。研究区域内玉米地主要采用犁耕，因为翻耕、耙地等人为耕作活动使农田土壤的有机质暴露，加速了其氧化分解过程，同时由于没有积累枯枝落叶层，且玉米地在多年的耕

作中没有施入有机肥，玉米植株成熟后被收割带离土壤，未参与土壤碳循环，因而在经过 14 年利用方式变更后，玉米地土壤有机质含量在 4 种类型河岸带中最低。在 30 ~ 40 cm 土层中，可能是由于灌丛草地的根系较浅，大部分根系未伸入到此土层，因而导致其土壤有机碳含量要低于次生林。土壤有机碳是土壤质量的重要指标之一，除了作为植物和微生物的营养来源

外，还可以改善土壤结构和持水量。本研究表明在浑河上游河岸带生态系统中 0 ~ 40 cm 土壤有机碳平均含量由高到低依次为：次生林(47.50 g/kg)、灌丛草地(44.50 g/kg)、人工松林(34.72 g/kg)、玉米地(15.09 g/kg)。郭二辉等^[15]、王淑芳等^[16]、张心昱等^[17]在不同植被土壤的研究也表明，人类活动干扰影响了土壤有机碳含量，干扰越强，土壤有机碳含量越低。

表 2 河岸带不同植被类型对土壤有机碳含量及分布的影响 (g/kg)
Table 2 Effects of riparian vegetation types on content and distribution of soil organic carbon

植被类型	剖面土层深度 (cm)			
	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40
灌丛草地	63.30 ± 8.48 a A	44.24 ± 4.89 a B	40.01 ± 4.86 a BC	30.43 ± 3.72 b C
次生林	64.12 ± 8.94 a A	50.04 ± 5.10 a B	39.98 ± 3.10 a BC	35.86 ± 3.01 a C
人工松林	50.64 ± 3.26 b A	30.68 ± 3.38 b B	29.68 ± 3.19 b B	27.89 ± 3.08 b B
玉米地	18.22 ± 2.13 c A	16.22 ± 2.26 c A	15.56 ± 2.32 c A	10.34 ± 1.89 c B

注：表中数据同一列小写字母不同表示同一土层不同植被类型间差异达到 $P < 0.05$ 显著水平；同行数据大写字母不同表示同一植被类型不同土层间差异达到 $P < 0.05$ 显著水平，下同。

2.2 河岸带不同植被类型土壤有机碳的垂直分布特征

试验结果表明，土壤有机碳含量总体上随着土层深度的加深呈现下降的趋势，但不同植被类型下土壤有机碳的垂直分布呈现不同的特点(表 2)。对于灌丛草地、次生林和人工林植被类型，土壤有机碳在 10 ~ 20 cm 比 0 ~ 10 cm 显著下降，分别下降了 30.11%、21.96%、39.42%，原因在于这 3 种植被类型的大量的凋落物被分解后聚集于地表所致。曾宏达等^[18]对福州市区沿江地段的研究也表明，芦苇湿地、草坪和人工林的土壤有机碳含量有在土壤表层聚集并向下层递减的趋势。对于灌丛草地和次生林植被类型，10 ~ 20 cm 和 20 ~ 30 cm 的土壤有机碳含量差异不显著，呈现缓慢的下降趋势，然而 30 ~ 40 cm 土层的土壤有机碳含量比 10 ~ 20 cm 土层下降明显。对于人工松林植被类型，10 ~ 20、20 ~ 30、30 ~ 40 cm 土层之间的土壤有机碳含量差异均不显著。而对于玉米地植被类型而言，土壤有机碳含量在 0 ~ 10、10 ~ 20 cm 土层之间无显著变化，这主要是由于农业耕作措施如翻耕等破坏了土层自然结构造成的。郭二辉等^[15]、张容娟等^[19]在北京温榆河、上海崇明岛的农田研究表明，农田土壤有机碳含量在 0 ~ 5、5 ~ 10、10 ~ 20 cm 土层中无显著性差异，而在 20 ~ 30 cm 土层中则显著降低。本研究中农田土壤有机碳在 30 ~ 40 cm 土层中才显著下降，原因可能是玉米地开垦之前为灌丛草地，其在 0 ~ 30 cm 土层中布满了浅层根系，开垦为玉米地后，玉米根系残留在 0 ~ 20 cm

土层中，部分灌丛根系仍然残留在 20 ~ 30 cm 土层中，因而导致了 0 ~ 30 cm 土层的有机碳含量较高，30 ~ 40 cm 土层有机碳含量才降低的结果。有机碳含量在土壤中的垂直分布受到植被类型和管理措施的综合影响。

2.3 河岸带不同植被类型对土壤全氮、全磷含量和空间分布特征的影响

氮磷等养分元素是制约河岸带生态系统生产力的关键营养因子，土地不同的利用方式会影响土壤氮磷含量及分布。由表 3、表 4 可以看出，在 0 ~ 10 cm 的表层土壤，土壤全氮、全磷含量从大到小依次为灌丛草地、次生林、人工松林、玉米地，其中全磷含量在 4 种植被类型之间差异均显著。在 10 ~ 20 cm 的土层，土壤全氮含量在次生林和人工松林中最高，土壤全磷含量则在次生林和灌丛草地中最高。20 ~ 30 cm 土层的土壤全氮和全磷含量在灌丛草地、次生林和人工松林之间差异均不显著。在 30 ~ 40 cm 土层中，土壤全氮、全磷含量均在次生林和灌丛草地中最高。灌丛草地、次生林以及人工松林在 4 个土层的土壤全氮和全磷含量与玉米地相比，均显著增加。灌丛草地 0 ~ 10 cm 表层土壤的全氮和全磷含量分别达到 3.75 g/kg 和 1.51 g/kg，显著高于其他 3 种植被类型，这可能与灌丛草地所处的位置有密切关系。灌丛草地样带位于大伙房水库附近，河流水位相对较高，河水与草地土壤之间存在水土交换过程，且浑河上游水体氮磷含量高，有富营养化现象^[9]。同时灌丛草地的凋落物极为丰富且易于分解，分解所产生的氮磷回归于

土壤,从而造成灌丛草地表层土壤全氮含量偏高。玉米地的氮肥和磷肥的年施用量不高(尿素和磷酸氢二胺的年施用量分别为 200 kg/hm²和 100 kg/hm²),玉米产量和玉米秆重量年均约为 3.8 t/hm²和 7.0 t/hm²,处于正常水平,由于玉米植株根部从土壤中不断吸收氮素和磷素供植株生长,而化肥施用量较低,玉米在生长阶段将施入的氮肥和磷肥利用完后还要继续利用土壤本身的氮素和磷素,玉米成熟后植株被收割带离土壤,未参与土壤的物质循环,同时由于翻耕

操作,土壤暴露于空气中,导致土壤中的氮素营养挥发损失,并且由于翻耕导致土壤较疏松,氮素和磷素易于淋失,因而玉米地在不同土层中全氮、全磷含量均最低。本研究表明在 4 种河岸带生态系统中土壤全氮平均含量从大到小的顺序为:次生林(2.53 g/kg)、灌丛草地(2.50 g/kg)、人工松林(2.40 g/kg)、玉米地(0.84 g/kg);土壤全磷平均含量从高到低依次为次生林(1.07 g/kg)、灌丛草地(1.05 g/kg)、人工松林(0.92 g/kg)、玉米地(0.65 g/kg)。

表 3 河岸带不同植被类型对土壤全氮含量及分布的影响(g/kg)
Table 3 Effects of riparian vegetation types on content and distribution of soil total nitrogen

植被类型	剖面土层深度 (cm)			
	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40
灌丛草地	3.75 ± 0.24 a A	2.29 ± 0.22 b B	2.25 ± 0.21 a B	1.71 ± 0.12 a C
次生林	3.26 ± 0.21 b A	2.76 ± 0.23 a B	2.35 ± 0.22 a C	1.75 ± 0.11 a D
人工松林	3.16 ± 0.22 b A	2.66 ± 0.24 ab B	2.45 ± 0.20 a B	1.31 ± 0.16 b C
玉米地	1.07 ± 0.15 c A	0.85 ± 0.19 c AB	0.81 ± 0.19 b AB	0.61 ± 0.21 c B

表 4 河岸带不同植被类型对土壤全磷含量及分布的影响(g/kg)
Table 4 Effects of riparian vegetation types on content and distribution of soil total phosphorus

植被类型	剖面土层深度 (cm)			
	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40
灌丛草地	1.51 ± 0.07 a A	1.06 ± 0.07 ab B	0.91 ± 0.07 a C	0.73 ± 0.06 ab D
次生林	1.32 ± 0.09 b A	1.12 ± 0.09 a B	1.01 ± 0.09 a B	0.81 ± 0.09 a C
人工松林	1.12 ± 0.08 c A	0.95 ± 0.09 b B	0.96 ± 0.09 a AB	0.66 ± 0.09 bc C
玉米地	0.76 ± 0.06 d A	0.68 ± 0.07 c A	0.64 ± 0.07 b AB	0.52 ± 0.08 c B

随着土层深度的增加,土壤全氮和全磷含量总体上呈现下降趋势。但不同植被类型下土壤氮磷下降幅度存在差异。对于灌丛草地、次生林和人工松林,10 ~ 20 cm 土层的氮磷含量均比 0 ~ 10 cm 表层显著下降,且 30 ~ 40 cm 土层的土壤氮磷含量均显著低于 0 ~ 30 cm 土层。而玉米地的全氮、全磷含量在 0 ~ 10、10 ~ 20、20 ~ 30 cm 土层之间无显著变化,而 30 ~ 40 cm 土层相比于 0 ~ 10 cm 土层,氮磷含量均显著下降。原因主要在于一方面玉米地的翻耕操作使得 0 ~ 20 cm 土层土壤变得均一化,破坏了自然土层结构,另一方面玉米地开垦前的灌丛根系残留在 20 ~ 30 cm 土层中,因而使得 0 ~ 30 cm 土层中的土壤氮、磷含量较高,30 ~ 40 cm 土层的氮、磷含量相对较低。研究结果与郭二辉等^[15]对于北京温榆河河岸带植被土壤氮垂直分布的研究结果是基本一致的。

从上述不同植被类型土壤碳氮磷的分布可以看出,灌丛草地和次生林的土壤全碳、全氮、全磷含量均较高,人工松林次之,玉米地最低。河岸带的灌丛草地和林地可以截留地表径流的氮、磷等物质,减少

河流的污染和富营养化问题。灌丛草地和次生林还能够通过光合作用转化二氧化碳为自身的有机碳,是一种碳汇,从而可以缓解温室效应。当河岸带林地开垦为农田后,土壤碳氮会加速分解,地表径流拦截功能逐渐丧失,水体中硝酸盐含量提高,造成严峻的水体富营养化问题^[20],同时碳汇能力也大幅度降低,严重影响了碳截获等生态问题。因此,应保护河岸带的灌丛草地和次生林地等原生态景观,防止乱砍滥伐或开垦为农田,同时对玉米地等农田应加强管理,防止因土壤侵蚀而造成水体污染。

3 结论

(1) 河岸带的灌丛草地、次生林、人工松林与玉米地相比,均能有效地提高 0 ~ 40 cm 土层的有机碳、全氮和全磷含量。

(2) 在 0 ~ 40 cm 土层中,土壤有机碳、全氮和全磷含量随着土层的加深呈现降低的趋势。灌丛草地和次生林的土壤有机碳、全氮、全磷含量随着土层加深而降低的速率明显高于玉米地土壤,这种差异主要

是由于植被类型和人工干扰等综合因素引起的。玉米地的土壤有机碳、全氮和全磷含量在 0~30 cm 土层之间不存在显著差异,这主要是由于翻耕等措施破坏土层自然结构和植物根系的分布引起的。

(3) 在河岸带实施退耕还林或还草可以有效提高土壤有机碳、全氮和全磷含量。同时要加强玉米地等农田的管理与维护,防止其土壤的侵蚀。

参考文献:

- [1] Campbell AG, Franklin JF. Riparian Vegetation in Oregon's Western Cascade Mountains: Composition, Biomass, and Autumn Phenology[M]. Seattle: University of Washington Press, 1979: 4-5
- [2] Gregory SV, Swanson FJ, Mckee WA, Cummins KW. An ecosystem perspective of riparian zones[J]. Bioscience, 1991, 41(8): 540-551
- [3] 陈吉泉. 河岸植被特征及其在生态系统和景观中的作用[J]. 应用生态学报, 1996, 7(4): 439-448
- [4] Naiman RJ, Decamps H, Pollock M. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity[J]. Ecological Applications, 1993, 3(2): 209-212
- [5] 夏继红,严忠民. 生态河岸带研究进展与发展趋势[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2004, 32(3): 252-255
- [6] Anbumozhi V, Radhakrishnan J, Yamaji E. Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations[J]. Ecological Engineering, 2005, 24(5): 517-523
- [7] 孙波,赵其国,张桃林. 土壤质量与持续环境. 土壤质量评价的碳氮指标[J]. 土壤, 1997, 29(4): 169-175, 184
- [8] 韩惠芳,宁堂原,李增嘉,田慎重,王瑜,仲惟磊. 保护性耕作和杂草管理对冬小麦农田土壤水分及有机碳的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(5): 1 183-1 188
- [9] 梁雷,刘峰,何丽,张建丽,庄晓虹,汤淳. 浑河上游不同类型农户氮负荷特征[J]. 生态学杂志, 2011, 30(10): 2 315-2 322
- [10] 张鸿岭,孙丽娜,罗庆,李卉颖,陈丽芳. 浑河流域水体污染的季节性变化及来源[J]. 生态学杂志, 2011, 30(1): 119-125
- [11] 张艳强,安立会,郑丙辉,林进,陈浩,赵兴茹. 浑河野生鲫鱼体内重金属污染水平与金属硫蛋白基因表达[J]. 生态毒理学报, 2012, 7(1): 57-64
- [12] 阎丽凤,石险峰,于立忠,苗永刚,姚立平,李莉. 沈阳地区河岸植被缓冲带对氮、磷的削减效果研究[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(2): 403-408
- [13] 王莹,阮宏华,黄亮亮,冯育青,齐艳. 围湖造田不同土地利用方式土壤有机碳和易氧化碳[J]. 生态环境学报, 2010, 19(4): 913-918
- [14] 赵聪,李勇,杨红军. 缙云山森林次生演替群落土壤微生物、酶活性和养分的研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(4): 46-50
- [15] 郭二辉,孙然好,陈利顶,王赵明,肖峻,时鹏. 河岸带不同植被类型对土壤有机碳和全氮分布特征的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(10): 1 315-1 321
- [16] 王淑芳,王效科,张千千,肖钦,罗云建,杨乐,欧阳志云. 密云水库上游流域不同林分土壤有机碳分布特征[J]. 生态环境学报, 2010, 19(11): 2 558-2 562
- [17] 张心昱,陈利顶,傅伯杰,李琪,齐鑫,马岩. 不同农业土地利用方式和管理对土壤有机碳的影响——以北京市延庆盆地为例[J]. 生态学报, 2006, 26(10): 3 198-3 204
- [18] 曾宏达,杜紫贤,杨玉盛,李熙波,张雅纯,杨志峰. 城市沿江土地覆被变化对土壤有机碳和轻组有机碳的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(3): 701-706
- [19] 张容娟,布乃顺,崔军,方长明. 土地利用对崇明岛围垦区土壤有机碳库和土壤呼吸的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(24): 6 698-6 706
- [20] Knoepp JD, Clinton BD. Riparian zones in southern Appalachian headwater catchments: Carbon and nitrogen responses to forest cutting[J]. Forest Ecology and Management, 2009, 258(10): 2 282-2 293

Soil Organic Carbon, Total Nitrogen and Total Phosphorus Distribution of Typical Vegetation Riparian Zones in Upper Reaches of Hun River

KONG Tao^{1,2}, ZHANG De-sheng³, KOU Yong-ping², LIU Min¹, HE Zhi-ming¹

(1 *College of Sciences, Liaoning Technical University, Fuxin, Liaoning 123000, China*; 2 *Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China*; 3 *College of Sciences, Northeastern University, Shenyang 110819, China*)

Abstract: Riparian zone is an ecological ecotone that occurs between river and terrestrial ecosystems and also is sensitive and vulnerable ecological niches. There exists a riparian ecosystem degradation because of people disturbance, which influences the cycling of soil carbon, nitrogen and phosphorus in the riparian zone. This paper analyzed the soil organic carbon, total nitrogen and total phosphorus distribution of typical vegetation riparian zones in upper reaches of Hun River. The results showed that all the natural shrub grassland, secondary forest, artificial pine forest could enhance the content of soil organic carbon, total nitrogen, total phosphorus in 0–40 cm layer compared with corn field. The soil organic carbon, total nitrogen, total phosphorus content decreased with the increase of soil depth. The rate of decrease in soil organic carbon, total nitrogen and total phosphorus with soil depth was significantly higher under natural shrub grasslands, secondary forest than under corn field. In 0–40 cm soil layer, the average content of soil organic carbon was highest under secondary forest (47.50 g/kg), followed by natural shrub grasslands (44.50 g/kg), artificial pine forest (34.72 g/kg) and then corn field (15.09 g/kg). The average soil total nitrogen was highest under secondary forest (2.53 g/kg), followed by natural shrub grasslands (2.50 g/kg), artificial pine forest (2.40 g/kg) and then corn field (0.84 g/kg). Also the average soil total phosphorus was highest under secondary forest (1.07 g/kg), followed by natural shrub grasslands (1.05 g/kg), artificial pine forest (0.92 g/kg) and the least under corn field (0.65 g/kg).

Key words: Riparian zone, Vegetation system, Soil organic carbon, Soil total nitrogen, Soil total phosphorus